

SLM-Verarbeitung von AlSi12 mit Kohlenstoffadditiven

Pulvermodifikation durch elektrolytische Kohlenstoffabscheidung, polymerbasierte CNT-Anbindung

Diplomanden



Matias Büchel



Robin Schrag



Silvan Oehy

Referent
Prof. Dr. Cord Henrik Surberg

Korreferentin
Dr. Noémie Ott

Themengebiet
Maschinenbau,
Mikrotechnik

Ziel der Arbeit: Mit nanoskaligen Kohlenstoffzusätzen modifizierte Pulver können im Selective Laser Melting (SLM) Verfahren verarbeitet werden, um ein Material mit verbesserten Prozess- und/oder Materialeigenschaften herzustellen.

Vorgehen / Technologien: Pulvermischungen mit extremen Partikelgrößenunterschieden neigen zur Entmischung, was zu einer ungleichmäßigen Verteilung von Nanopartikeln im modifizierten Pulver führt. Um dieses Problem zu überwinden und auch unter dem Gesichtspunkt der Nanosicherheit eine industrietaugliche und prozesssichere Pulvermodifikation mit nanoskaligen Partikeln zu ermöglichen, müssen geeignete Verfahren zur Pulvermodifikation entwickelt und erprobt werden. Drei verschiedene Verfahrenstechniken bieten geeignete Möglichkeiten zur Anbringung von nanoskaligen Additiven an der Legierungspulveroberfläche:

a) die galvanische Abscheidung von Kohlenstoff, b) die polymere Anbindung von Carbon Nanotubes (CNT) und die Bindung von organischem Kohlenstoff in Form des Polysaccharids Agar Agar durch Lösungsmittelverdampfung. Die modifizierten Pulver wurden dann mit einem in der Bachelorarbeit entwickelten analytischen Nanosafety-Test auf ihre SLM-Prozesseignung geprüft. Aus den erhaltenen Pulvermodifikationen wurden anschließend SLM-Proben zur Materialcharakterisierung hergestellt.

Während mit der galvanischen Prozessroute keine erfolgreiche Modifikation der Legierungspulverpartikel erreicht werden konnte, ließen sich mit den beiden anderen Prozessrouten modifizierte Pulver herstellen. Mit der Methode der Lösungsmittelverdampfung konnte das Polysaccharid Agar Agar an das Legierungspulver gebunden werden, indem eine dünne Schicht auf der Oberfläche der Legierungspulverpartikel gebildet wurde. Die CNTs konnten erfolgreich an die AlSi12-Pulverpartikel durch einen polymeren Bindungsprozess unter Verwendung von Wasserstoffbrücken angebonden werden (Abb. 1).

Beide Pulver zeigten eine ausreichend hohe Fließfähigkeit und eine geeignete Korngrößenverteilung für die SLM-Verarbeitung. Da es sich bei CNTs um Nanopartikel handelt, die für Mensch und Umwelt schädlich sein können, wurde das AlSi12-CNT-Pulver auch auf seine Nanosicherheit geprüft. Dabei wurde festgestellt, dass die Exposition durch das Pulver weit unter den empfohlenen Grenzwerten der nationalen Sicherheitsverordnung der Schweiz liegt. Somit erfüllten beide Pulver die Anforderungen an die SLM-Prozessstauglichkeit und konnten zu SLM-Proben verarbeitet werden.

Ergebnis: Proben aus CNT-additiven Legierungspulver weisen bessere mechanische

Eigenschaften auf als die aus dem AlSi12-Ausgangspulver hergestellten Proben, während Proben aus Agar-Agar-additiven Legierungspulvern die schlechtesten Materialeigenschaften besitzen (Abb.3). Ob die Verbesserung bei der CNT-Additivierung durch die Bildung eines Compositwerkstoffes oder von Kohlenstoffausscheidungen in der Aluminiumstruktur herrührt, konnte nicht abschliessend geklärt werden. Diese Studie zeigt, dass ein nanosicheres SLM-Pulver hergestellt werden kann, das bereits bei geringer CNT-Konzentration zu einer Materialverbesserung führt.

Abb.1: REM-Aufnahme der Oberfläche eines AlSi12-Pulverpartikels mit angebondenen CNTs
Eigene Darstellung

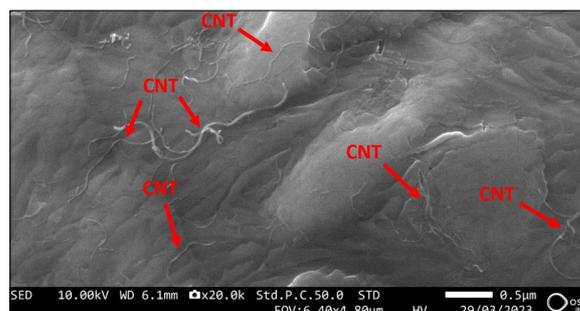


Abb.2: Schliff einer AlSi12 Legierung mit sichtbaren schuppenförmigen Scanspuren vom SLM-Prozess
Eigene Darstellung



Abb.3: Festigkeitsmittelwerte von AlSi12, AlSi12-Agar-Agar und AlSi12-CNT (68 % Konfidenzintervall)
Eigene Darstellung

